

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОДНОВРЕМЕННЫХ ОТВЕРЖДЕНИЯ И ПОЛЯРИЗАЦИИ НА ТВЕРДОСТЬ ЭПОКСИАМИННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Тоньшев Р.А., Микрюкова Я.К.* , Мочалова Е.Н., Галиханов М.Ф.

Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Казань, Россия

*E-mail: yana_mikriukova@mail.ru

THE EFFECT OF TEMPERATURE OF SIMULTANEOUS CURING AND POLARIZATION ON THE HARDNESS OF EPOXYAMINE MATERIALS

Tonshev R. A., Mikryukova Y. K., Mochalova E. N., Galikhanov M. F.

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

Samples based on epoxy oligomer DER-331 and amine hardeners of the diethylenetriamine (DETA) and the N-aminoethylpiperazine (AEP) and thermoelectrets based on them were obtained at different temperatures of the curing reaction. The effect of the curing reaction temperature on the hardness of the samples has been studied. The electret characteristics of thermoelectrets were studied. It is shown that the combination of the polarization process with the process of polymer synthesis leads to the hardening of the polymer material.

В настоящее время активно проводятся исследования, посвященные изучению электретного эффекта в пространственно-сетчатых полимерах [1-3], которые, благодаря своим структурным особенностям, могут легко подвергаться модификации (улучшению) физико-механических свойств.

Физическая модификация эпоксидных материалов в процессе совмещения синтеза полимера с процессом поляризации, относится к одному из новых путей модификации эпоксидных материалов. В результате одновременного отверждения и поляризации структура полимерной матрицы, формирующейся в процессе отверждения, фиксируется трехмерной сеткой химических связей, при этом носители заряда (диполи), преимущественно ориентированные в одном направлении, оказываются «замороженными» в структуре сетчатого продукта отверждения, играя роль носителей заряда термоэлектрета.

В последних исследованиях [4] показано, что электретное состояние полимерной матрицы, формирующейся в процессе отверждения, является свободным состоянием эпоксиаминных макромолекул.

Для проведения исследований были получены неполяризованные образцы и термоэлектреты в процессе совмещения синтеза полимера путем отверждения исходного эпоксидного олигомера DER-331 N-аминоэтилпиперазином (АЭП) с процессом поляризации при температурах 90-120°C в постоянном электрическом поле в течение 2 часов, с последующим охлаждением в течение 30 минут без снятия поляризующего воздействия.

Как видно из рис. 1., твердость неполяризованных образцов (кривая 1) практически не зависит от температуры отверждения. Характер зависимости твердости термоэлектретов от температуры одновременного отверждения и

поляризации может быть объяснен с точки зрения двух конкурирующих факторов: частоты пространственной сетки образующейся трехмерной матрицы и подвижности функциональных групп, способных участвовать в процессах поляризации с участием дипольно-сегментальных фрагментов.

Более высокие значения твердости по Шору D для поляризованных образцов (кривая 2), могут быть объяснены дополнительной ориентацией полярных групп, происходящей при поляризации образцов, что (приводит к возникновению более плотной сетки физических связей) и, следовательно, к увеличению твердости образцов.

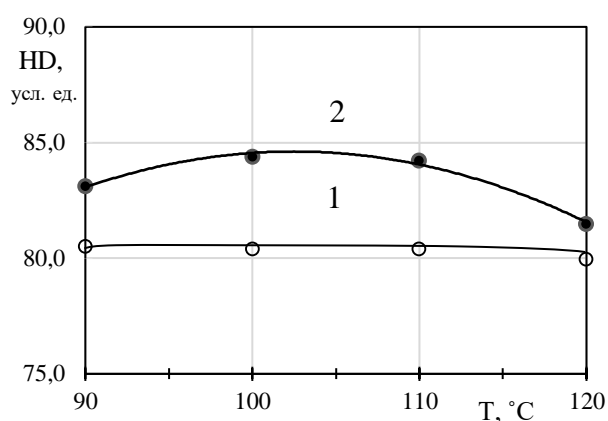


Рис. 1. Зависимости твердости по Шору D для неполяризованных (1) и поляризованных (2) образцов на основе олигомера DER-331 от температуры одновременных отверждения и поляризации (содержание отвердителя АЭП стехиометрическое, продолжительность 2 ч, напряжение поляризации 5 кВ).

1. Ваганов Г.В., Галиханов М.Ф. и др., Физические свойства сетчатых полимеров на основе эпоксидных смол, Фора-принт, (2015).
2. Mochalova E.N., Limarenko N.A. et al., Polymer Science, Series D, 9, 4, 396-401, (2016).
3. Мочалова Е.Н., Лимаренко Н.А. и др., Дизайн. Материалы. Технология, 34, 4, 60-64, (2014).
4. Мочалова Е.Н., Галиханов М.Ф. и др., Бутлеровские сообщения, 49, 1, 91-97, (2017).